

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 256 761 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
13.11.2002 Patentblatt 2002/46

(51) Int Cl.7: **F23J 13/02**

(21) Anmeldenummer: **02009244.1**

(22) Anmeldetag: **26.04.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **26.04.2001 DE 10120338**

(71) Anmelder:
• **Clyde Bergemann GmbH**
46485 Wesel (DE)
• **Müllkraftwerk Schwandorf Betriebsgesellschaft
mbH**
D-92421 Schwandorf (DE)

(72) Erfinder:
• **Krüger, Jörg**
92421 Schwandorf (DE)

• **Merl, Peter**
92442 Wackersdorf (DE)

(74) Vertreter: **Neumann, Ditmar et al**
Patentanwälte
Kahlhöfer Neumann
Herzog Fieser
Karlstrasse 76
40210 Düsseldorf (DE)

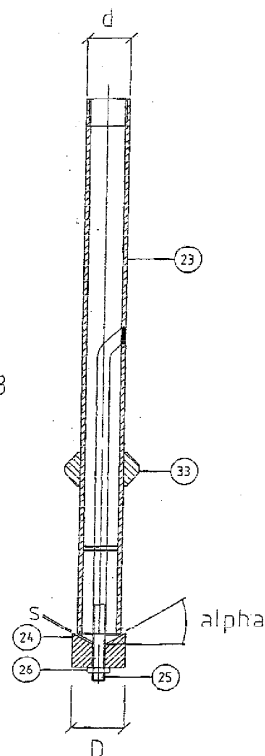
Bemerkungen:

Ein Antrag gemäss Regel 88 EPÜ auf Berichtigung der Ansprüche liegt vor. Über diesen Antrag wird im Laufe des Verfahrens vor der Prüfungsabteilung eine Entscheidung getroffen werden (Richtlinien für die Prüfung im EPA, A-V, 3.).

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Online-Kesselreinigung von Abfallverbrennungsanlagen**

(57) Zur Online-Kesselreinigung von Abfallverbrennungsanlagen wird ein Verfahren sowie eine Vorrichtung vorgeschlagen. Zur Zuführung von Wasser, dass als Reinigungsmittel wirkt, ist ein vertikal von oben hängender hitzebeständiger flexibler Schlauch vorgesehen. Dieser Schlauch ist über ein Zuführrohr am oberen Ende des Leerzugs eingeführt. Am unteren Ende des Schlauches ist mindestens eine Düse zur Verteilung des Wassers angeschlossen. Aus der Düse treten Wassertropfen mit Geschwindigkeiten, die unterhalb einer Ab-rasionswirkung liegen. Durch diese Vorrichtung und das Verfahren wird eine effektive Online-Reinigung eines Kessels einer Abfallverbrennungsanlage erzielt.

Abbildung 3



EP 1 256 761 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Kesselreinigung von Verbrennungsanlagen, insbesondere von Abfallverbrennungsanlagen.

Stand der Technik

[0002] Trotz aller politischer Bemühungen fallen noch Abfälle an, deren Recycling weder wirtschaftlich noch hygienisch vertretbar ist. Die Verbrennung dieser Restabfälle in geeigneten Abfallverbrennungsanlagen ist auch in Zukunft sicherlich umweltverträglicher als die Deponierung. Im Laufe der Jahre hat die Industrie Anlagen bereitgestellt, die bei Einhaltung der gesetzlichen Vorschriften ein Höchstmaß an Umweltschutz und Nutzung der Energie bieten. Die Verbrennung hat aufgrund der langjährigen Erfahrungen gegenüber allen anderen Behandlungsmethoden den am weitest entwickelten Stand der Technik eingenommen.

[0003] Bei der Verbrennung entstehen zunächst neben den üblichen Verbrennungsgasen aggressive Gase, Metaldämpfe und Stäube, die durch die Verbrennungsführung und durch Abgasreinigungsvorrichtungen weitestgehend entfernt werden. Ein Teil dieser Stoffe belegt die Heizflächen der Verbrennungsanlagen, behindert damit die Wärmenutzung und kann zur Verlegungen des Rauchgasweges führen. Die Dämpfe von Alkalisalzen und Metallen wirken hierbei durch Kühlung und Kondensation in den Belägen als Kleber. Es hat sich als technisch erfolgreich erwiesen, die Rauchgastemperatur von der adiabaten Verbrennungstemperatur, die bei 1200 bis 1400 °C liegt, auf ca. 450 bis 650 °C über Wärmestrahlung im Feuerraum und in Leerzügen (Abbildung 1) abzukühlen. Die Verbrennungsanlagen werden häufig mit drei Leerzügen ausgerüstet, um die Rauchgase umzulenken und die Thermik aus der Feuerung zu brechen. Ein weiterer Vorteil dieser Umlenkung ist sicherlich auch in der Verringerung der Bauhöhe der Anlage zu sehen. In den Leerzügen sind üblicherweise keine konvektiven Heizflächen - d.h. quer zur Rauchgasströmung liegende Rohre - installiert. Zur Vergrößerung der Heizflächen werden bei Bedarf Schotten in Rauchgasrichtung angeordnet.

[0004] Wegen der großen freien Abmessungen können in Leerzügen auch durch starke Ablagerungen keine Verlegungen des Rauchgasweges auftreten. Leerzüge sind Kesselräume, die im Gegensatz zu konvektiven Kesselbereichen, wie Überhitzer, Verdampfer und Economiser, nicht mit einer großen Zahl von Wärmetauscherrohren ausgerüstet sind. Zur optimalen Wärmenutzung - bei Rauchgastemperaturen zwischen 200 und 400 °C ist der Wärmeübergang durch Strahlung vergleichsweise gering - sind zum Temperaturabbau nach den Leerzügen konvektive Heizflächen (Überhitzer, Verdampfer und Economiser) angeordnet. Dort sind zur Verbesserung des konvektiven Wärmeübergangs die Rohre quer zur Rauchgasrichtung angeordnet. Je nach Bedarf und Rauchgastemperaturniveau wird im konvektiven Bereich der Dampf im Überhitzer über die Sattdampf Temperatur erhitzt und das Speisewasser im Economiser bis annähernd Siedetemperatur des zugehörigen Druckes in der Kesseltrommel erwärmt. Die bilanzmäßig über diesem Bedarf liegende Rauchgaswärme wird im konvektiven Verdampfer zur Verdampfung von Kesselwasser genutzt. Das Rauchgas tritt im allgemeinen mit Temperaturen zwischen 180 und 280 °C aus dem Economiser aus und wird in der Rauchgasreinigung gereinigt.

[0005] Die Kesselanlagen werden zur Reinigung dann abgefahren, wenn die Rauchgastemperatur nach dem Economiser höher ist als die nachgeschaltete Rauchgasreinigung es zuläßt oder vor dem Überhitzer auf über 650 °C steigt. In diesem Temperaturbereich werden die Rauchgase für die im konvektiven Teil angeordneten Überhitzerheizflächen besonders aggressiv und die Beläge teigig. Die Reisezeit - in den meisten Fällen die Zeit von einer reinigungsbedingten Abstellung zur nächsten - ist entscheidend für die Verfügbarkeit der Kesselanlage. Obwohl die maximale Rauchgastemperatur von 650 °C vor dem Überhitzer häufig zu verstärktem korrosiven Verschleiß bei den Überhitzern führt, muß die Kesselanlage mit dieser hohen Rauchgastemperatur betrieben werden, um eine ausreichende Verfügbarkeit zu erreichen.

[0006] Durch die vorab beschriebene Kondensation von Alkali- und Metaldämpfen sowie durch Sintereffekte bei hohen Temperaturen haften die Beläge besonders in den Leerzügen und sehr stark an den Heizflächen. Um die Heizflächen abzureinigen, wurden mit der Entwicklung der Abfallverbrennungsanlagen verschiedene Reinigungssysteme entwickelt und mit mehr oder weniger viel Erfolg eingesetzt.

[0007] Bei der Abklopfung werden die von außen erreichbaren Heizflächen durch starke Schläge mit einem pneumatisch oder hydraulisch angetriebenen Klopfer erschüttert. Es wurden auch Versuche unternommen, den Schlagimpuls über wassergekühlte Rohre auf Heizflächen einzubringen, die nicht von außen zugänglich waren. Die während des Betriebes durchgeführte Reinigung der Heizflächen der Leerzüge war jedoch wenig erfolgreich. Sie konnte durch Abfahren der Anlage aufgrund der dadurch in den Belägen auftretenden Temperaturspannungen geringfügig verbessert werden. Der Klopfimpuls kann im allgemeinen nicht gesteigert werden, da sowohl Schäden an den Klopfern als auch an den Heizflächen entstehen.

[0008] Bei Dampfbläsern werden die Heizflächen über mit Hochdruckdampf betriebene Lanzen abgereinigt. Der Dampf tritt dabei mit der Dampfschallgeschwindigkeit - die mehrfach über der Schallgeschwindigkeit der normalen Luft liegt - aus den Düsen der Lanze aus und reinigt die Heizflächen ab. Während der Impuls des resultierenden Freistrahls

entsprechend den kinetischen Gesetzen annähernd unverändert bleibt, nimmt die Geschwindigkeit des Freistrahls durch Ansaugen von Umgebungsrauchgas sehr schnell ab, so daß der Erfolg der Reinigung im Nahbereich des Strahls sehr gut ist, in größerer Entfernung von der Lanze aber zu wünschen übrig läßt. Durch die hohen Geschwindigkeiten können Wassertropfen und Staubpartikel im Nahbereich der Lanze abrasiv auf die Heizflächen einwirken. Die gefährdeten Heizflächen werden daher häufig mit speziellen Schutzschalen gegen die Abrasion geschützt.

[0009] In den letzten Jahren wurden Reinigungstechniken entwickelt, bei denen die Heizflächen und die darauf anhaftenden Beläge durch den Impuls einer dosierten Sprengladung abgereinigt werden. Hierfür wird eine wassergekühlte Sprengstoffladung in den entsprechenden Kesselbereich gebracht und dort elektrisch gezündet. Die Reinigungserfolge sind gut. Die mit dem Sprengstoffumgang verbundenen genehmigungstechnischen Anforderungen und Auflagen machen das Verfahren sehr aufwendig.

[0010] Ein Reinigungsverfahren mit Wasserlanzenbläsern hat sich in Großkesselanlagen zur Stromerzeugung sehr gut bewährt und wurde auch erfolgreich in Abfallverbrennungsanlagen eingesetzt. Hierfür werden an den äußeren Heizwänden der Kesselanlagen bewegliche Wasserdüsen installiert, die über einen automatisierten Antrieb die gegenüberliegenden Heizflächen und auch Teile der Seitenwände abreinigen.

[0011] Der Wasserstrahl wird hierbei zellenförmig über die abzureinigende Heizfläche geführt und tritt damit nur auf einer Stelle auf. In Großkraftwerken können durch die großen Abmessungen der Strahlungszüge und die damit großen abzureinigenden Flächen mit wenigen Wasserlanzenbläsern große Reinigungserfolge erzielt werden. Die Abreinigung selbst erfolgt sowohl durch die mit der Abkühlung verbundenen Wärmespannung als auch dadurch, daß der Wasserstrahl durch den Druck unter die Beläge gerät und diese durch Überdruck abhebt.

[0012] Der Nachteil dieses Verfahrens liegt darin, daß die Vorrichtung nur an Außenwänden installiert werden und damit nur die zugehörigen gegenüberliegenden Wände oder Teile der Seitenwände abreinigen kann. Bei Einsatz von Schottenheizflächen ist das Verfahren nicht geeignet, alle Wände abzureinigen. Die je Wasserlanzenbläser abzureinigende Heizfläche wird durch den Winkel begrenzt, mit der das Wasser auftritt. Daher können besonders Leerzüge mit breiten Abmessungen vorteilhaft abgereinigt werden. Die Leerzüge von Abfallverbrennungsanlagen sind jedoch im allgemeinen schlank. Dies gilt besonders bei Installation von Schottenheizflächen. Bei Leerzughöhen von 10 Metern können die Abstände der nebeneinander liegenden Schotten und die Abstände der Schotten zu den Kesselaußenwänden unter einem Meter liegen.

[0013] Eine Montage der Wasserlanzenbläser auf der Kesseldecke ist grundsätzlich möglich, wurde jedoch wegen der dort aufgestellten Kesseltrommel, der an der Kesseltrommel angeschlossenen Siedewasserrohre und Dampfrohre sowie der hohen Umgebungstemperaturen für die Reinigung von Abfallverbrennungsanlagen bisher praktisch nicht durchgeführt.

[0014] Bei Einsatz von Wasserlanzenbläsern besteht zudem die Gefahr, daß das punktförmig aufgebraachte Wasser bei vergleichsweise tiefen Rauchgas- und Wandtemperaturen nicht auf den Heizflächen verdampft und mit den Belägen abgefordert wird. Hierdurch kann es zur Blockierung des nachgeschalteten Staubbördersystems kommen.

[0015] Durch die DE3106421A1 ist ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Reinigung des Flammrohres eines mit mindestens einem Flammrohr versehenen Kessels bekannt. Während des Betriebes des Kessels wird dieser von einem Rauchgas in vorgegebener Richtung durchströmt. Zur Reinigung der Wandung sind wenigstens zwei getrennte Blasmediumstrahlen vorgesehen. Die Blasstrahlaufftreffbereiche auf die Wandung des Flammrohres beschreiben gegeneinander versetzte schraubenlinienartige Bahnen. Hierzu ist es notwendig, dass die Blaseinrichtung während des Reinigungsvorgangs gedreht wird.

[0016] Die DD112512C beschreibt einen feststehenden Blaskopf für Rußbläser. Der Blaskopf weist eine pilzförmige Führung auf, die im Durchmesser das Blasrohr überragt. An der Spitze des Blaskopfes sind unmittelbar hinter der pilzförmigen Führung vier Schlitzdüsen auf einer Schnittebene in das Blasrohr eingebracht. Die Schlitzdüsen sind nach beiden Seiten und nach hinten durch große Fasen abgeschrägt.

[0017] Die DE289072C beschreibt ein Blasrohr zu Reinigung der gegenüberliegenden Heizrohre von Doppelkesseln mit gemeinschaftlicher Rauchkammer. Das Blasrohr weist an seinem vorderen Ende eine Düse auf, die einen kreisförmigen Austritt aufweist. Zur Veränderung der Spaltbreite der Düse sind zwei konische Teile, die den Spalt begrenzen, relativ zueinander verstellbar.

Beschreibung und Vorteile der Erfindung

[0018] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung zu entwickeln, die es ermöglicht, bisher mit den Vorrichtungen und Verfahren nach dem Stand der Technik nur unzureichend abzureinigende Heizflächen von Leerzügen von Verbrennungsanlagen, insbesondere von Abfallverbrennungsanlagen im laufenden Betrieb von Belägen zu befreien und damit die Wärmenutzung der Rauchgase in dem zugehörigen Temperaturbereich des Kessels sicherzustellen.

[0019] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 bzw. durch eine Vorrichtung mit dem Merkmal des Anspruchs 7 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen des

Verfahrens bzw. der Vorrichtung sind Gegenstand der jeweils abhängigen Patentansprüche.

[0020] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Reinigung von Heizflächen von Verbrennungsanlagen, insbesondere von abfallbefeuerter Verbrennungsanlagen, mit vertikalen Leerzügen, die während des Betriebes verschmutzen, zeichnet sich dadurch aus, das Wassertropfen mit Geschwindigkeiten, die unterhalb einer abrasiven Wirkung liegen, vorzugsweise kleiner 50m/s, zur gleichzeitigen allseitigen rundum Abreinigung der Verschmutzungen (Beläge) auf einer Ebene der zur reinigenden Bereiche der Leerzüge genutzt werden. Die Reinigungsebene wird während der Reinigung vertikal verschoben, wobei die Reinigung während des Betriebes der Verbrennungsanlage, d.h. online, durchgeführt wird. Die Menge des Reinigungswassers ist dabei so klein gewählt, dass im wesentlichen kein Reinigungswasser in einen Trichter der Verbrennungsanlage gelangt.

[0021] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung des Verfahrens wird vorgeschlagen, dass die Wasserzuführung über einen vertikal nach unten hängenden hitzebeständigen flexiblen Schlauch erfolgt, wobei am unteren Ende des Schlauches mindestens eine Düse zur Verteilung des Wassers vorgesehen ist.

[0022] Überraschend hat sich herausgestellt, daß eine an einem flexiblen Schlauch in den Kessel abgelassene Umlenkrunddüse auch in bisher nicht erreichbaren Kesselbereichen zur Online-Reinigung genutzt werden kann. Hierfür wird der flexible Schlauch durch ein geeignetes Zuführrohr an der Stelle in den Kessel eingebracht, unter der die abzureinigenden Flächen angeordnet sind. Die erfindungsgemäß entwickelte Umlenkrunddüse bringt durch die schwere, senkrecht nach unten gerichtete Düsenlanze das Wasser gleichmäßig auf alle Flächen (Decke und Seiten) des abzureinigenden Kesselbereiches auf. Auch bei vergleichsweise tiefen Sattedampf- und Rauchgastemperaturen besteht nicht die Gefahr, daß das Wasser mit den durch Temperaturschock abgelösten harten Belägen in das Staubbördersystem gelangt.

[0023] Nach einer vorteilhaften Weiterbildung des Verfahrens wird vorgeschlagen, dass das Reinigungswasser in der zu reinigenden Ebene alle Seitenwänden des reinigenden Bereiches des Zuges gleichzeitig benetzt.

[0024] Es hat sich als vorteilhaft herausgestellt, dass das Reinigungswasser die Decke des zu reinigenden Bereiches des Leerzuges gleichzeitig ringförmig benetzt.

[0025] Zu einer noch weiteren Verbesserung der Reinigungswirkung, ohne dass es zu einer Beschädigung der Komponenten der Verbrennungsanlage kommt, wird gemäß einer noch weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens vorgeschlagen, dass die Tropfengröße so gewählt wird, dass weniger als 5% des Wassers vor dem Auftreffen auf der Wand verdampft. Durch diesen Vorschlag wird auch eine Minimierung des Verbrauches des Reinigungswassers erzielt.

[0026] Die Geschwindigkeit ist so gewählt, dass eine Beschädigung der Heizfläche durch Abrasion im wesentlichen vermieden wird.

[0027] Die Vorrichtung zur Reinigung von Heizflächen einer Verbrennungsanlage, insbesondere einer Abfallverbrennungsanlage, mit vertikalen Leerzügen, die während des Betriebes verschmutzen, zeichnet sich dadurch aus, dass die Wasserzuführung über einen vertikal von oben hängenden hitzebeständigen Schlauch erfolgt. Der Schlauch ist über eine Zuführrohr am oberen Ende des Leerzuges eingeführt, wobei das untere Ende des Schlauchs mindestens eine Düse zur Verteilung des Wassers vorgesehen ist.

[0028] Vorzugsweise ist die Düse derart ausgestaltet, dass die Reaktionskräfte des austretenden Wassers sich gegenseitig aufheben.

[0029] Durch den in Schlauchrichtung schräg nach oben gerichteten Austrittswinkel α der Umlenkrunddüse können auch Heizflächen, z. B. Kesseldecken, gereinigt werden, die über der Düsenlanze liegen.

[0030] Die Düsenlanze ist oberhalb der Umlenkrunddüse mit Abstandshaltern versehen, die verhindern, daß die Umlenkrunddüse durch Verschleiß im Zuführrohr beschädigt wird.

[0031] Es hat sich als vorteilhaft herausgestellt, daß der Reinigungsvorgang an der gleichen Heizfläche mit vergleichsweise geringer Wassermenge mehrfach wiederholt wird, um den Belag durch ausreichende Beheizzeit wieder auf annähernd Rauchgastemperatur zu bringen und damit bei der folgenden Reinigung einen besonders effektiven Temperaturschock zu bewirken. Durch eine installierte Schlauchlängenmessung, die Mengenmessung und Druckmessung des Wassers und der zugehörigen Steuereinheit kann ein automatischer Betrieb durchgeführt werden, mit dem ein Reinigungsvorgang entsprechend den Erfahrungen mehrfach wiederholt wird. Die Steuereinheit stellt die zur Höhenlage der Umlenkrunddüse geeignete Wassermenge ein und korrigiert damit den mit der Schlauchlänge zunehmenden statischen Wasserdruck vor der Umlenkrunddüse.

[0032] Es hat sich weiterhin gezeigt, daß durch die Umlenkrunddüse bei Betrieb mit geringem Überdruck besonders große Wassertropfen gebildet werden, die vor dem Auftreffen auf den Heizflächen durch ihre geringe spezifische Oberfläche kaum verdampfen.

[0033] Die durch den Temperaturschock abgelösten Beläge sind unerwartet kleinstückig und können daher problemlos mit dem installierten Staubbördersystem abgefördert werden.

[0034] Der Wasserdruck vor der Umlenkrunddüse muß nur so hoch gewählt werden, daß die aus dem Austrittswinkel α der Umlenkrunddüse und dem freien Fall gebildete Wurfparabel die abzureinigende Heizfläche erreicht.

[0035] Bei der Erfindung des Verfahrens wurde zunächst mit Trinatriumphosphat konditioniertes Wasser eingesetzt,

da zu erwarten war, daß die im Rauchgas von Abfallverbrennungsanlagen mitgeführte Salzsäure schwere Korrosionsschäden an den unlegierten Heizflächen verursachen würde. Es hat sich überraschenderweise herausgestellt, daß die Alkalisierung nicht notwendig ist, da der bei der Reinigung an der Wand entstehende Dampf den Zutritt der Salzsäure aus dem Rauchgas verhindert.

[0036] Neben der einfachen Gestaltung hat das erfindungsgemäße Verfahren mehrere Vorteile:

[0037] Alle Heizflächen der Leerzüge können unabhängig von der äußeren Zugangssituation abgereinigt werden.

[0038] Um einen besonders effektiven Temperaturschock in den Belägen zu erreichen, muß die Verbrennungsanlage bei der Reinigung vorteilhaft bei maximaler Last gefahren werden. Die Leistungsverfügbarkeit wird durch die Reinigung somit nicht nachteilig beeinflusst.

[0039] Die Reisezeit der Kesselanlage wird nicht mehr durch die Verschmutzung der Heizflächen der Leerzüge bestimmt.

[0040] Der Impuls des auftretenden Wasserstrahls kann so gering eingestellt werden, daß sogar die Feuerfestzustellung im ersten Leerzug ohne Schädigung abgereinigt werden kann. Im oberen und mittleren Bereich des ersten Zuges sind die Beläge im allgemeinen so weich, daß nach den bisherigen Erfahrungen die Wassertropfen bis auf die Heizflächen oder die Feuerfestzustellung durchschlagen und dort durch das Leidenfrost'sche Phänomen ohne Abkühlung der Flächen verdampfen und dabei die anhaftenden Beläge sehr effektiv wegblasen.

[0041] Die Vorrichtung kann voll automatisiert werden und bleibt mit Ausnahme des Zuführrohres voll transportfähig. Durch eine installierte Druckmessung und Mengenmessung werden Störungen durch Vergleich mit den Sollwerten sofort erkannt.

[0042] Durch die Reinigung der Leerzüge können die Rauchgastemperaturen vor dem Überhitzer so tief gehalten werden, daß die notwendige Überhitzungstemperatur des Frischdampfes gerade erreicht wird. Mit diesem Kriterium werden durch minimale Korrosionen optimale Standzeiten der Heizflächen der Überhitzer erreicht.

[0043] Durch die spezifisch geringe auf die Heizflächen aufgebrauchte Wassermenge wird sichergestellt, daß das Wasser verdampft und nicht mit dem Staub in das Staubfördersystem gelangt.

[0044] Da der Gehalt an kondensierbaren Alkali- und Metaldämpfen entsprechend der - durch die beschriebene Reinigung der Leerzüge - abgesenkten Rauchgastemperaturen tiefer liegt, sind die Beläge auf dem Überhitzer, Verdampfer und Economiser mit der konventionellen Klopfung leichter zu entfernen.

[0045] Es versteht sich von selbst, daß die bessere Abkühlung der Rauchgase vor dem konvektiven Bereich bei sonst gleichen Umständen zu tieferen Abgastemperaturen führt und damit den Wirkungsgrad der Verbrennungsanlage steigert.

[0046] Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung werden anhand der Zeichnung dargestellten bevorzugten Ausführungsbeispiels erläutert, ohne dass der Gegenstand der Erfindung auf dieses Ausführungsbeispiel beschränkt wird.

[0047] Es zeigen:

Abbildung 1 Darstellung eines typischen Abfallverbrennungskessels mit einem Zuführrohr nach dem Stand der Technik,

Abbildung 2 Symbolische Darstellung der Haspel mit allen Armaturen und Führungsrohr

Abbildung 3 Symbolische Darstellung der Düsenlanze mit Umlenkrunddüse,

Abbildung 4a Darstellung der Flugbahn der Wassertropfen bei einem Austrittswinkel α_1 von 30 ° und einem Wasserüberdruck von 1,0 bar sowie 3 m Breite des Leerzuges,

Abbildung 4b Darstellung der Flugbahn der Wassertropfen bei einem Austrittswinkel α_2 von 45 ° und einem Wasserüberdruck von 1,0 bar sowie 3 m Breite des Leerzuges, und

Abbildung 5 Darstellung der Flugbahn der Wassertropfen bei einem Austrittswinkel α_3 von 30 ° und einem Wasserüberdruck von 1,0 bar sowie 6 m Breite des Leerzuges

[0048] Die Abbildung 1 zeigt eine Abfallverbrennungsanlage mit einem Feuerraum 1 und drei Leerzügen 2, 3, 4 wobei der dritte Leerzug 4 mit Schotten 5.1, 5.2 ausgerüstet ist. Über den Leerzügen 2, 3, 4 sind die Kesseltrommel 6.1, die Siedewasserrohre 6.2 und Dampfrohre 6.3 angeordnet. In Rauchgasrichtung nach den Leerzügen 2, 3, 4 sind im konvektiven Bereich die Überhitzer 7.1-7.5, der Verdampfer 8.1-8.2 und der Economiser 9.1-9.4 installiert.

[0049] Der Abfall wird über den Aufgabeschacht 10 und die Zuteiler 11 auf den Rost 12 geführt und verbrennt im Feuerraum 1. Die Rauchgase kühlen sich in dem beispielhaft dargestellten Kessel in den Leerzügen 2, 3, 4 und dem Überhitzer 7.1-7.5, Verdampfer 8.1-8.2 und Economiser 9.1-9.4 auf die Abgastemperatur von 180 bis 220 °C ab. Bei

der Reinigung der Leerzüge 3, 4 fallen die abgelösten Beläge in den Trichter 13 und werden von dort über das Staubfördersystem 14 abgeführt.

[0050] Über den Leerzügen 2, 3, 4 sind zentrisch zu den abzureinigenden Heizflächen der Leerzüge 2, 3, 4 die 25 Zuführrohre 15 für die Reinigungsvorrichtung installiert, von denen nur ein Zuführrohr 15 in der Abbildung 1 dargestellt ist.

[0051] In der Abbildung 2 ist die Reinigungsvorrichtung schematisch dargestellt. Die Haspel 16 ist über eine Mengenummessung 17, ein Regelventil 18 und eine Druckmessung 19 an einem Druckwasseranschluß 20 angeschlossen. Die Haspel 16 wird von einem drehmomentüberwachten, drehzahlregelbaren Antrieb 21 angetrieben. Auf der Haspel 16 ist der flexible hitzebeständige Schlauch 22 aufgerollt und angeschlossen. Die Haspel 16 ist am Druckwasseranschluß 20 angeschlossen.

[0052] An dem flexiblen hitzebeständigen Schlauch 22 ist die Düsenlanze 23 mit der Umlenkkrunddüse 24 angeschlossen. Die Umlenkkrunddüse 24 kann über eine Gewindestange 25 verstellt und mit der Kontermutter 26 gesichert werden. Die ordnungsgemäße Lage des Schlauches 22 wird über eine Endlagenüberwachungsvorrichtung 27 überwacht. Die Schlauchlängenmessung 28 schaltet bei automatischem Betrieb die Bewegungsrichtung der Haspel 16 in den Endlagen um und gibt der Steuereinheit 29 Informationen über die Lage der Umlenkkrunddüse 24. Die Steuereinheit 29 stellt mit dieser Information wahlweise die Wassermenge oder den Wasserdruck vor der Haspel 16 auf den geeigneten Sollwert. Zum Schutz der Umlenkkrunddüse 24 gegen Verschleiß im Zuführrohr 15 sind über der Umlenkkrunddüse 24 Abstandshalter 33 angebracht.

[0053] Das Zuführrohr 15 ist mit dem Zuführrohrverschluß 30 versehen, der bei abgeschlossener Reinigung verschlossen wird. Während der Reinigung wird über das Sperrluftventil 31 Sperrluft zugeführt.

[0054] Zur Reinigung wird die Haspel 16 samt Zubehör über dem Eintritt des Zuführrohrs 15 in Position gebracht und an den Druckwasseranschluß 20 sowie den Zuführrohrverschluß 30 und das Sperrluftventil 31 angeschlossen. Nach Eingabe der Zyklen, der Reinigungshöhe und der Sollwassermenge bzw. des Wasserdruckes in die Steuereinheit 29 wird das Programm gestartet. Das Sperrluftventil 31 und der Zuführrohrverschluß 30 öffnen sich automatisch und der Schlauch 22 fährt die vorgegebene Reinigungshöhe entsprechend der vorgegebenen Zyklenzahl ab. Danach wird der Schlauch 22 zurückgefahren und zunächst der Zuführrohrverschluß 30 und danach das Sperrluftventil 31 geschlossen.

[0055] Die dargestellte Anlage wird nach einer Reisezeit von 3 Wochen mit je 10 Zyklen gereinigt.

[0056] Die Abbildung 3 zeigt die Düsenlanze 23 mit einer zentrisch angeordneten Gewindestange 25. Auf der Gewindestange 25 kann die Umlenkkrunddüse 24 so eingestellt und mit der Kontermutter 26 gesichert werden, daß die Spaltstärke s zwischen Umlenkkrunddüse 24 und Düsenlanze 23 die gewünschte Wassermenge mit der geeigneten Geschwindigkeit austritt. Der Winkel α der Düsenlanze 23 und der Umlenkkrunddüse 24 bestimmt den Austrittswinkel des Freistrahls. Auf der Düsenlanze sind Abstandshalter 33 angebracht, die verhindern, daß die Umlenkkrunddüse 24 beim Passieren des Zuführrohrs 15 beschädigt wird.

Titel			Abb. 4a	Abb. 4b	Abb. 5
Austrittswinkel α	$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$		30 °	45 °	30 °
Höhe	H1, H2, 3		10 m	10 m	10 m
Breite	b1, b2, b3		3 m	3 m	6 m
Höhe der Umlenkkrunddüse	Reinigung		Tropfenflugbahn		
-0,2 m	Kesseldecke	35.4	34.1	34.6	34.11
-0,7 m	Kesseldecke	35.4	34.2	34.7	34.12
-2,0 m	Kesselseitenwand	35.1-35.2	34.3	34.8	34.13
-5,0 m	Kesselseitenwand	35.1-35.2	34.4	34.9	34.14
-9,0 m	Kesselseitenwand	35.1-35.2	34.5	34.10	34.15

[0057] Die Abbildungen 4a und 4b zeigen die Flugbahnen 34.1-34.5 und 34.6-34.10 der Tropfen in einem Teilbereich der Leerzüge mit den Kesselseitenwänden 35.1 und 35.2 und der Kesseldecke 35.3 mit einer Breite von $b_1=b_2=3$ m bei unterschiedlicher Höhenlage der Umlenkkrunddüse 24 mit alternativen Austrittswinkeln gegenüber der Horizontalen von $\alpha_1=30^\circ$ (Abb. 4a) und $\alpha_2=45^\circ$ (Abb. 4b) bei der Reinigung der Kesseldecke 35.3 und der Kesselseitenwände 35.1 und 35.2.

[0058] Die Abbildung 5 zeigt die Flugbahnen der Tropfen 34.11-34.15 in einem Raum mit einer Breite $b_3=6$ m bei unterschiedlicher Höhenlage der Umlenkkrunddüse 24 mit einem Austrittswinkel α_3 gegenüber der Horizontalen von

30 ° bei der Reinigung der Kesseldecke 35.3 und der Kesselseitenwände 35.1 und 35.2.

[0059] Der Düsendurchmesser d wurde in den Beispielen der Abbildungen 4a und b sowie 5 mit 27 mm gewählt, die Spaltstärke s auf 0,7 mm eingestellt. Die Wasserleistung beträgt 3,0 m³/h, die Reinigungshöhe ist -0,2 bis -10 m von der Kesseldecke. Der Überdruck vor der Umlenkroddüse 24 ist 1,0 bar. Die gesamte Länge der gleichzeitig benetzten Heizfläche beträgt in Abbildung 4a und 4b 12 m und in Abbildung 5 24 m, so daß die spezifische Wasserleistung bei nur 0,25 m³/h m und 0,125 m³/h m lag.

[0060] Bei einer Schlauchgeschwindigkeit von 0,0667 m/s wird die Höhe von 10 m in 150 Sekunden durchfahren.

Bezugszeichenliste

[0061]

1	Feuerraum
2	erster Leerzug
3	zweiter Leerzug
4	dritter Leerzug
5	Schotten
6.1	Kesseltrommel
6.2	Siedewasserrohre
6.3	Dampfrohre
7	Überhitzer
8	Verdampfer
9	Economiser
10	Aufgabeschacht
11	Zuteiler
12	Rost
13	Trichter
14	Staubfördersystem
15	Zuführrohr
16	Haspel
17	Mengenmessung
18	Regelventil
19	Druckmessung
20	Druckwasseranschluß
21	drehmomentüberwachter, drehzahlregelbarer Antrieb
22	flexibler hitzbeständiger Schlauch
23	Düsenlanze
24	Düse, Umlenkroddüse
25	Gewindestange
26	Kontermutter
27	Endlagenüberwachungsvorrichtung
28	Schlauchlängenmessung
29	Steuereinheit
30	Zuführrohrverschluß
31	Sperrluftventil
32	Rauchgasreinigung
33	Abstandshalter
34.1-34.5	Flugbahnen Beispiel Abb. 4a
34.6-34.10	Flugbahnen Beispiel Abb. 4b
34.11-34.15	Flugbahnen Beispiel Abb. 5
35.1-35.2	Kesselseitenwände
35.3	Kesseldecke
Winkel α	Wasseraustrittswinkel gegenüber der Waagerechten
$\alpha 1$	Winkel in Beispiel Abb. 4a
$\alpha 2$	Winkel in Beispiel Abb. 4b
$\alpha 3$	Winkel in Beispiel Abb. 5

b1 Breite des Leerzuges in Abb. 4a
 b2 Breite des Leerzuges in Abb. 4b
 b3 Breite des Leerzuges in Abb. 5

5 H1 Höhe des Leerzuges in Abb. 4a
 H2 Höhe des Leerzuges in Abb. 4b
 H3 Höhe des Leerzuges in Abb. 5

d Ländendurchmesser
 10 D Umlenkronddüsendurchmesser
 s Düsenpaltstärke

Patentansprüche

- 15 1. Verfahren **gekennzeichnet dadurch, daß** Wassertropfen mit Geschwindigkeiten, die unterhalb einer Abrasionswirkung liegen, vorzugsweise kleiner 50 m/s, zur gleichzeitigen allseitigen rundum Abreinigung der Verschmutzungen auf einer Ebene der zu reinigenden Bereiche der Leerzüge (2, 3, 4) genutzt werden, diese Reinigungsebene während der Reinigung vertikal verschoben wird, die Reinigung während des Betriebes der Verbrennungsanlage durchgeführt wird und die Menge des Reinigungswassers so klein gewählt wird, daß im wesentlichen Reinigungswasser in einen Trichter (13) gelangt.
- 20 2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Reinigungswasser in der zu reinigenden Ebene alle Seitenwände des zu reinigenden Bereiches des Leerzuges gleichzeitig benetzt.
- 25 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Reinigungswasser die Decke des zu reinigenden Bereiches des Leerzuges gleichzeitig ringförmig benetzt.
- 30 4. Verfahren nach einem der vorgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Tropfengröße so gewählt wird, daß weniger als 5 % des Wassers vor dem Auftreffen auf eine Wand verdampft.
- 35 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet,** bei dem die Zuführung des Wassers über einen vertikal nach unten hängenden Schlauch erfolgt, wobei am unteren Ende des Schlauchs mindestens eine Düse vorgesehen ist.
- 40 6. Verfahren nach einem der vorgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Schlauchgeschwindigkeit größer 0,03 m/s und kleiner 0,2 m/s ist.
- 45 7. Vorrichtung zur Reinigung von Heizflächen einer Verbrennungsanlage, insbesondere einer abfallbefeuchten Verbrennungsanlage mit vertikalen Leerzügen (2, 3, 4), die während des Betriebes verschmutzen, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Wasserzuführung über einen vertikal von oben hängenden hitzebeständigen flexiblen Schlauch (22) erfolgt, dieser Schlauch (22) über ein Zuführrohr (15) am oberen Ende des Leerzuges eingeführt wird und daß am unteren Ende des Schlauches (22) mindestens eine Düse (24) zur Verteilung des Wassers angeschlossen ist.
- 50 8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Düse (24) so ausgebildet ist, dass die Reaktionskräfte des austretenden Wassers sich gegenseitig aufheben.
- 55 9. Vorrichtung nach Anspruch 7,

dadurch gekennzeichnet,
daß diese transportabel ausgebildet ist.

- 5 10. Vorrichtung nach Anspruch 7, 8 oder 9,
dadurch gekennzeichnet,
daß diese automatisch betreibbar ist.
- 10 11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Düse (24) als Umlenkrounddüse (24) gestaltet ist und diese durch die symmetrische Gestaltung des Wasseraustritts senkrecht unter dem Zuführrohr 15 gehalten wird.
- 15 12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 11,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Umlenkrounddüse (24) durch die Ausgestaltung der Düsenform und damit des Austrittswinkels α des Wassers auch Kesselbereiche reinigen kann, die über der Umlenkrounddüse (24) gelegen sind.
- 20 13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 12,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Umlenkrounddüse (24) einen Austrittswinkels α des Wassers zumindest größer 10° gegenüber der Waagerechten aufweist.
- 25 14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Umlenkrounddüse (24) einen Austrittswinkels α des Wassers zumindest kleiner 60° gegenüber der Waagerechten aufweist.
- 30 15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 14,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Düsenlanze (23) aus einem vorzugsweise besonders schwerem dickwandigem Rohr gefertigt ist, um auch bei Verformungen des flexiblen Schlauches (22) in senkrechter Lage zu vermeiden und damit den Wasserstrahl auf die abzureinigenden Flächen auf gleicher Höhe auftreffen läßt.
- 35 16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 15,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Düsenlanze (23) außen über der Umlenkrounddüse (24) Abstandshalter (33) aufweist, so dass eine Beschädigung der Umlenkrounddüse (24) durch das Führungsrohr (15) vermieden wird.
- 40 17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 16,
dadurch gekennzeichnet,
daß eine Haspel (16) mit einer Endlagenüberwachungsvorrichtung (27) vorgesehen ist.
- 45 18. Vorrichtung nach Anspruch 17,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Haspel mit einer Mengenmessung (17) und Druckmessung (19) versehen ist, die durch Vergleich beider Meßgrößen mit Sollwerten die ordnungsgemäße Funktion der Reinigung überwacht.
- 50 19. Vorrichtung nach Anspruch 17 oder 18,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Haspel (16) mit einer Schlauchlängenmessung (28) versehen ist, die die Bewegungsumschaltung bei der automatischen Reinigung steuert und den Druck der statischen Wassersäule vor der Düse an eine Steuereinheit (29) meldet.
- 55 20. Vorrichtung nach Anspruch 17, 18 oder 19,
dadurch gekennzeichnet,
daß diese eine Steuerung (29) aufweist, die den automatisierten Betrieb der Haspel (16) mit einer Schlauchlängenmessung (28) erlaubt und überwacht.

21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 20,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Haspel (16) mit Vorrichtung versehen ist, die automatisch über Drehmomentenerfassung eines Antriebes (21) und Endlagenüberwachungsvorrichtung (27) die ordnungsgemäße Bewegung des flexiblen hitzebeständigen Schlauches (22) überwacht.

22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 21,

dadurch gekennzeichnet,

daß diese so ausgebildet ist, dass durch Sperrluft bei Betrieb der Reinigungsvorrichtung den Austritt von Rauchgasen am Zuführrohr (15) verhindert.

23. Vorrichtung nach Anspruch 22,

dadurch gekennzeichnet,

daß das Zuführrohr (15) durch einen Zuführrohrverschluß (30) bei Stillstand der Reinigungsvorrichtung den Austritt von Rauchgasen verhindert.

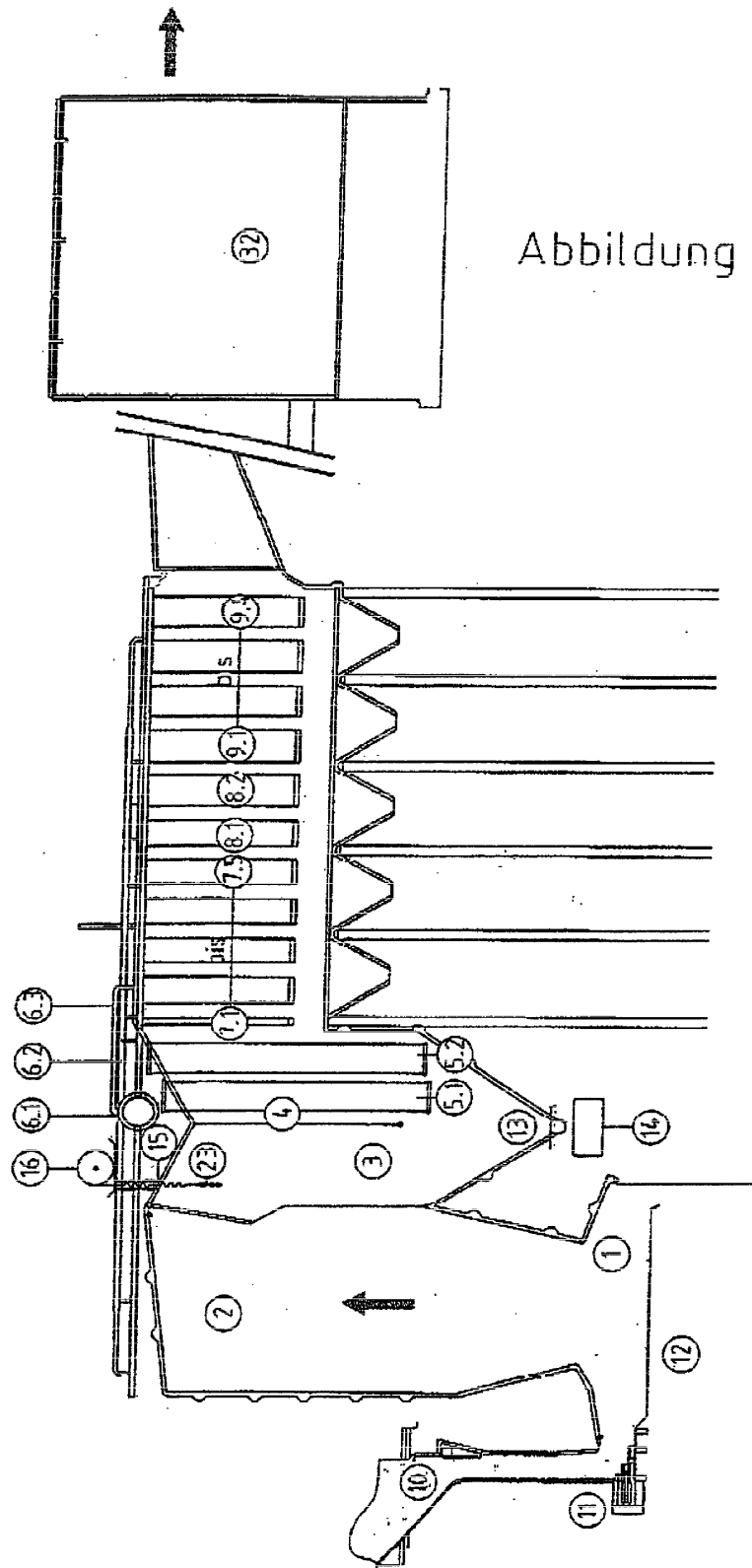


Abbildung 1

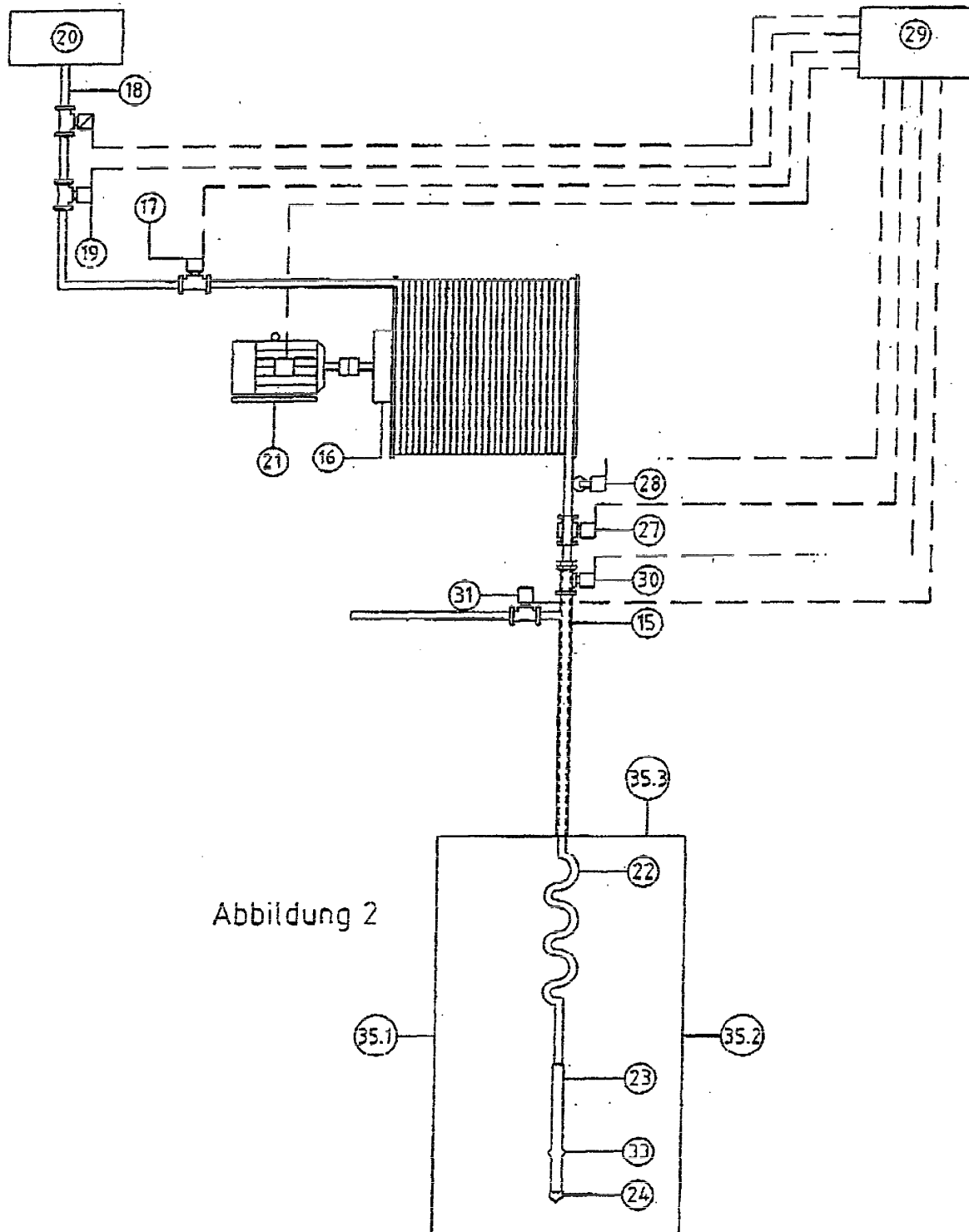
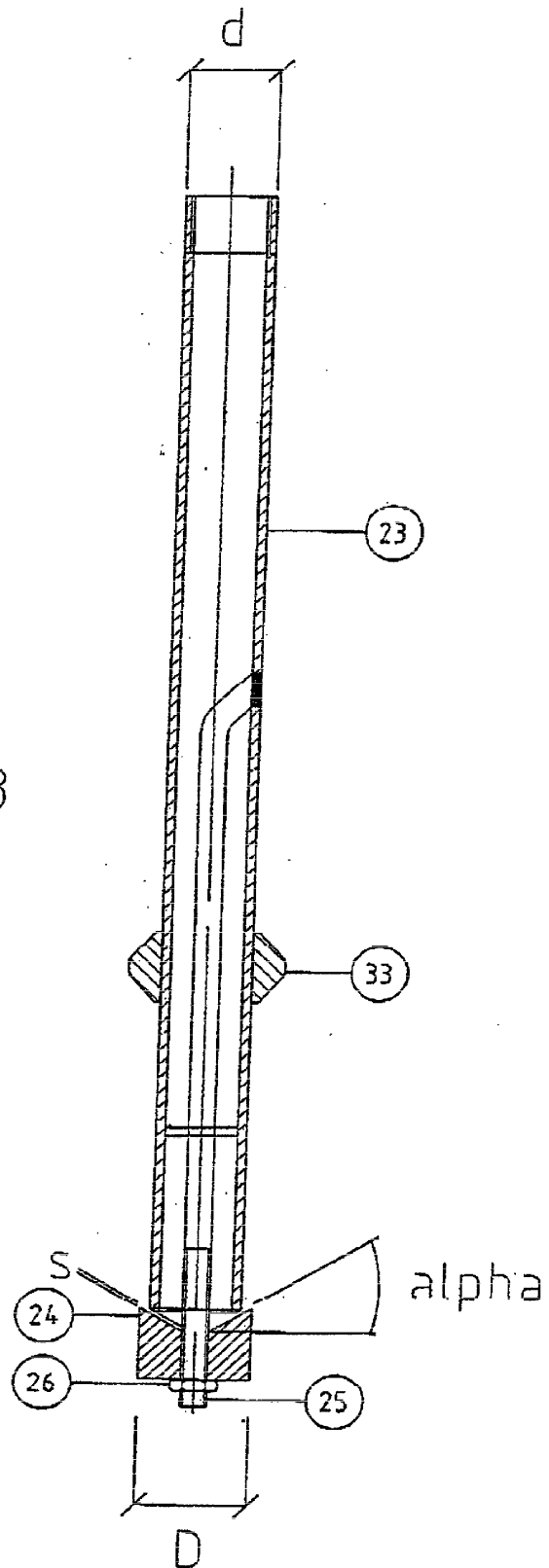


Abbildung 2

Abbildung 3



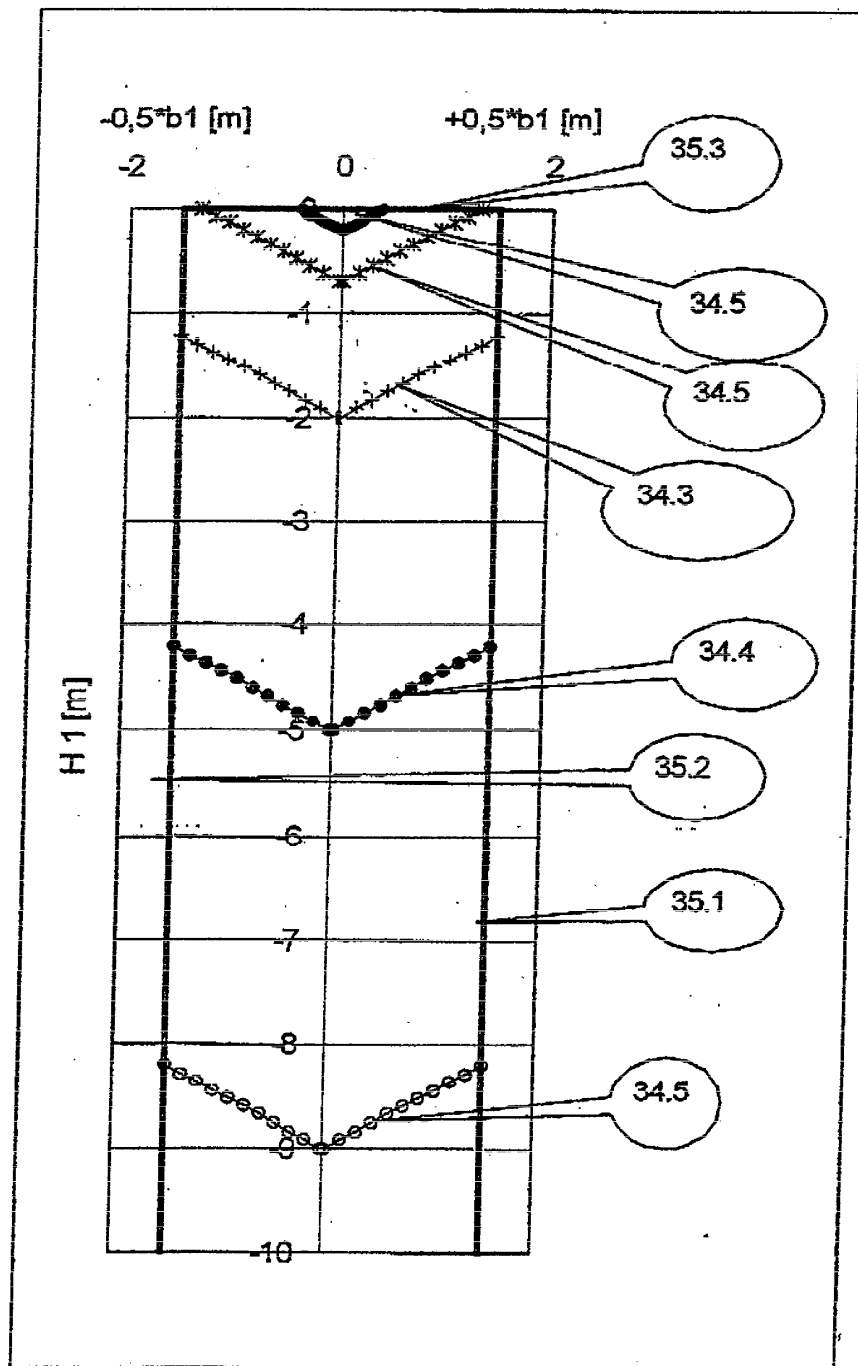


Abbildung 4a

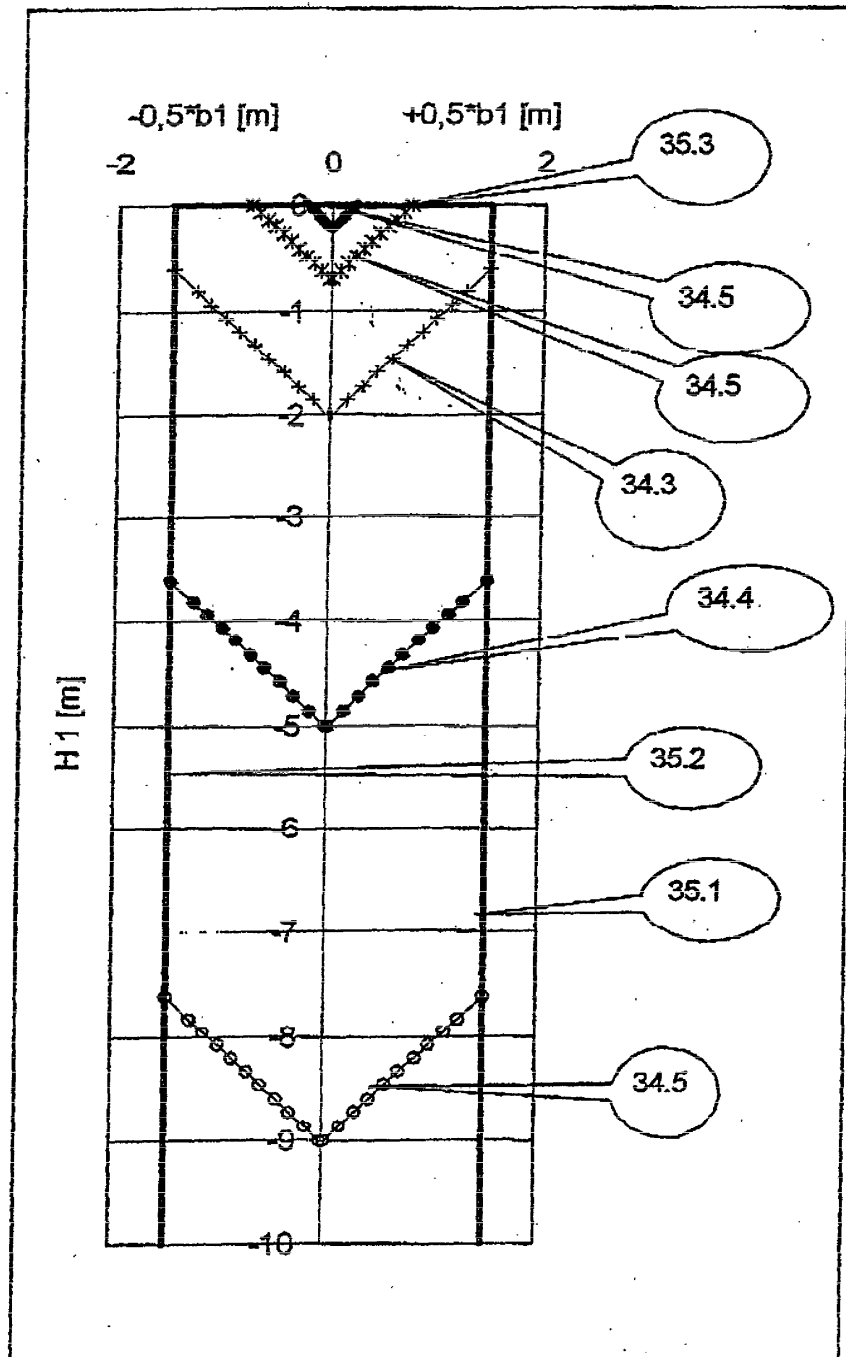


Abbildung 4 b

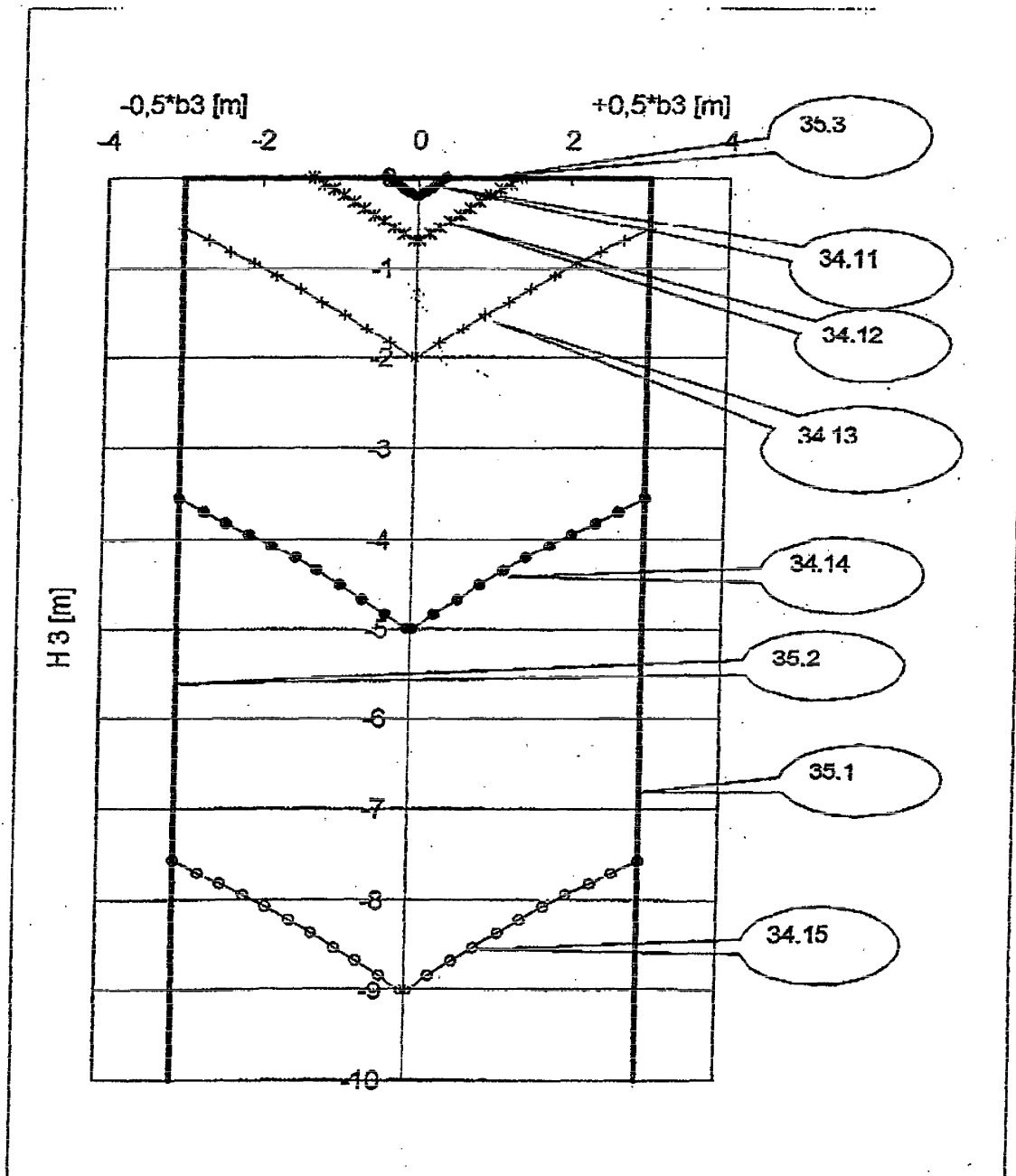


Abbildung 5